

# 证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2004. 02. 25  
申 请 号： 200410006016X

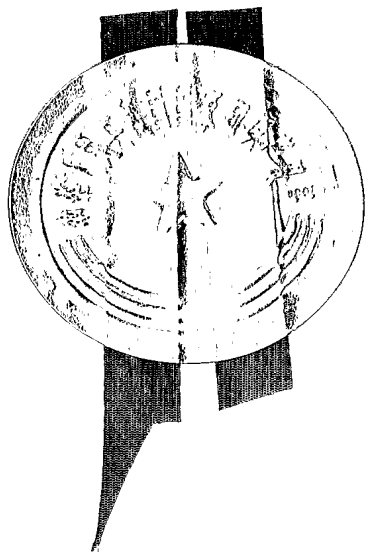
REC'D 01 JUN 2004	
WIPO	PCT

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 可变频调节工作容量的模块化组合制冷装置

申 请 人： 广州番禺速能冷暖设备有限公司

发明人或设计人： 赵宁凡



**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

中华人民共和国  
国家知识产权局局长

王 荣 川

2004 年 4 月 20 日

# 权利要求书

OUR REF.

1. 可调节工作容量的模块化组合制冷装置，它由多个制冷模块单元组成，  
每个模块单元具有一个或一个以上的包括制冷压缩机组（1）、蒸发器（4）、  
冷凝器（10）的制冷回路；其特征在于：

在所述的蒸发器（4）的冷冻介质进入/排出接口处、在冷凝器（10）  
的进入/排出接口处，至少其中的一个接口处，安装了冷冻、冷却介质流量  
调节阀；

所采用的制冷压缩机组（1）包括调频电动机（1A）和带有磁悬浮轴承  
的压缩机（1B）。

2. 按照权利要求 1 所述的模块化组合式制冷装置，其特征在于：

在压缩机组的吸入口（17）处，安装了吸气压力传感器（26）用以传递  
压力信息，以控制压缩机组（1）的工作容量；和/或在压缩机的排出接口  
处，安装了排气压力传感器（27），用以传递压力信息，以控制所述的冷却  
介质流量控制阀（11）的开度。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的模块化组合式制冷装置，其特征在于：

具有冷冻水温度传感器（19），采集传递机组冷冻水温度参数，以控制  
所述的冷冻介质流量调节阀（6）的开度。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述的模块化组合式制冷装置，其特征在于：

具有冷冻介质系统机组侧的供回压差传感器（20）和负荷侧的供回压  
差传感器（21），采集传递供回压差参数，以计算控制输送泵的工作频率。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的模块化组合式制冷装置，其特征在于：

具有冷却介质系统机组侧的供回压差传感器（22）来计算控制输送泵的  
工作频率。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述的模块化组合制冷装置，其特征在于：

在所述的压缩机（1B）的磁轴承处分别安装了磁轴承传感器（28）。

7. 按照权利要求 1 或 2 所述的模块化组合式制冷装置，其特征在于：

所述的蒸发器（4）是一种满液蒸发式的板式热交换器，所述的满液蒸发式的板式热交换器是由一个内部的芯体（41）和外部的壳体（42）套嵌组成，所述的芯体（41）是由一定数量的具有一定几何形状的金属板片，按照一定的规则叠加组合后，焊接而成的；所述的外部壳体（42）是一种圆形或方形截面的桶形容器；在所述的蒸发器（4）中，分别有两种或两种以上的介质流道，各种介质流道是互相隔绝的。

8. 按照权利要求 7 所述的模块化组合制冷装置，其特征在于：

每个所述的模块单元中具有一个经济器（14），从所述的冷凝器（10）出来的液体制冷剂分成两部分，其中的一部分经过节流后，对另外一部分的制冷剂进行过冷冷却，其本身吸收热量蒸发。

9. 按照权利要求 8 所述的模块化组合式制冷装置，其特征在于：

一个液位控制式的节流膨胀装置（8）安装在所述的冷凝器（10）和满液蒸发式板式热交换器（4）之间。

10. 按照权利要求 9 所述的模块化组合制冷装置，其特征在于：

在所述的压缩机的吸气口（17）和满液蒸发式板式热交换器（4）之间安装有一个气液分离器（2）。

11. 按照权利要求 1 或 2 所述的模块化组合式制冷装置，其特征在于：

采用总控制器（25）来控制模块化组合制冷装置的总电路，采用微处理控制器（18）来控制每个模块单元的电路。

## 可变频调节工作容量的模块化组合制冷装置

## 技术领域

本发明涉及制冷装置，尤其是一种可变频调节工作容量的模块化组合制冷装置。

5

## 背景技术

模块化组合式制冷装置已经被广泛应用于空调系统冷水机组的设计和应用。这种模块化组合式冷水机组按照建筑物安装负荷的需要，由多个标准的制冷模块单元组合而成，可以随时增加或减少系统的装机容量，因此使用非常灵活。并且，由于每个制冷模块单元是一个完整的制冷系统，在主控制器的控制下，根据系统负荷的需要增加或减少模块单元运行的数量，因此，机组的制冷输出不仅能够和系统的需求保持高度的一致，还能够使低负荷运行状态下机组具有峰值运行效率，不会因为负荷的减小而降低运行效率，可以减少机组的运行费用。此外，模块化组合式冷水机组还具有高度的可靠性，即使部分模块单元发生故障，机组的其他部分依然可以继续保持运行，并可以在机组运行状态下，对发生故障的部分进行检修。因此，模块化组合制冷装置具有其他的系统所没有的许多优点。经多年的使用中发现，在这种模块化组合式制冷装置上，虽有许多优点，但在节约能耗和提高控制水平上，仍有潜力可挖。

20

## 发明内容

本发明的目的是提供一种可变频调节工作容量的模块化组合制冷装置。它是在现有装置的模块化组合制冷装置的基础上的改进，以节约能耗和提高控制水平。

本发明的目的是按如下的技术方案实现的。

本发明可调节工作容量的模块化组合制冷装置，它由多个制冷模块单元组成，每个模块单元具有一个或一个以上的包括制冷压缩机组、蒸发器、冷凝器的制冷回路；其特征在于：

5 在蒸发器的冷冻介质进入/排出接口处、在冷凝器的进入/排出接口处，至少其中的一个接口处，安装了流量控制阀；即在蒸发器的冷冻介质进入/排出接口处装有冷冻介质流量调节阀，在冷凝器的进入/排出接口处装有冷却介质流量调节阀。

所采用的制冷压缩机组包括调频电动机和带有磁悬浮轴承的压缩机。

10 在压缩机的吸入口处，安装了吸气压力传感器用以传递压力信息，以控制压缩机组的工作容量；和/或在压缩机的排出接口处，安装了排气压力传感器，用以传递压力信息，以控制冷却介质流量控制阀的开度。

具有冷冻水温度传感器，采集传递机组冷冻水温度参数，以控制模块单元中冷冻介质流量调节阀的开度。

15 具有冷冻介质系统的机组侧的供回压差传感器和负荷侧的供回压差传感器，采集传递供回压差参数，以计算控制输送泵的工作频率。

具有冷却介质系统机组侧的供回压差传感器和负荷侧的供回压差传感器，采集传递供回压差参数，以计算控制输送泵的工作频率。

在压缩机的磁轴承处分别安装了磁轴承传感器。

20 所述的蒸发器是一种满液蒸发式的板式热交换器，所述的满液蒸发式的板式热交换器是由一个内部的芯体和外部的壳体套嵌组成，所述的芯体是由一定数量的具有一定几何形状的金属板片，按照一定的规则叠加组合后，焊接而成的；所述的外部壳体是一种圆形或方形截面的桶形容器；在所述的蒸发器中，分别有两种或两种以上的介质流道，各种介  
25 质流道是互相隔绝的。

每个模块单元中具有一个经济器，从冷凝器出来的液体制冷剂分成两部分，其中的一部分经过节流后，对另外一部分的制冷剂进行过冷冷却并蒸发。而蒸发后的制冷剂，由于压力高于蒸发器制冷剂的出口压力，因此，进入压缩机 1B 的中间压力吸气口；这种经济器循环可以提高机组的制冷量和制冷效率。

一个液位控制式的节流膨胀装置安装在冷凝器和满液蒸发式板式热交换器之间。

在压缩机吸气口和满液蒸发式板式热交换器之间安装有一个气液分离器。

采用总控制器来控制模块化组合制冷装置的总电路，采用微处理控制器来控制每个模块单元的电路。

本发明基于一种新型的压缩机组和热交换器的应用，这种新型的制冷压缩机组可以通过传感器提供的工作参数来控制冷冻/冷却介质阀门装置的开度，或通过传感器提供的工作参数来改变输入电源的工作频率，以调整电动机的运行转速，来调节该组合制冷装置的输出制冷容量。这种压缩机组不同于传统的压缩机组，由于采用了磁悬浮技术的轴承，因此，不需要传统的润滑油以及相应的循环系统和冷却系统，也不会因为润滑油的存在而污染热交换器，影响传热效率。无油式的压缩机使得采用满液式蒸发器变得更加容易和简单。此外，压缩机组自身集成了数字电路的控制条件，可不必依赖于外部的控制系统，而能够对压缩机的运行状态进行实时监控和调整，并可使各制冷模块单元均衡工作。采用的热交换器是一种具有满液蒸发功能的板式热交换器；在各种类型的蒸发器中，满液式蒸发是一种非常高效率的传热过程，被冷却的介质流道沉浸在液体的制冷剂中，因此可以实现非常小的传热温差；本发明采用的这种新型的热交换器正是结合了满液式蒸发的工作机理和板式热交换器

紧凑的结构，更配以经济器，使之成为一种更加高效的热交装置。

综上所述，本发明通过对以上新技术的应用，并结合了变频控制技术对冷冻和冷却介质的循环流量进行控制，不仅能够通过控制输入电源的工作频率来改变制冷模块单元的制冷输出，同时也可以使冷冻和冷却介质的工作流量与所需要的制冷容量相一致，在压缩机组或制冷机组低负荷运行时，减少水泵或风机的运行功率，最终达到减少空调系统耗电量和提高控制水平，使控制更加方便。

### 附图说明

图 1 为本发明的模块单元的工作原理图，  
图 2 为本发明的模块单元的安装图，  
图 3 为本发明中的模块单元的控制原理框图，  
图 4 为本发明的组合制冷装置的控制原理框图，  
图 5 为组合制冷装置的传感系统安装示意图。

### 图中代号说明

1 压缩机组      1A 电动机    1B 压缩机    2 气液分离器      3 电气控制箱  
4 蒸发器(满液蒸发式板式热交换器)    41 蒸发器芯体    42 蒸发器壳体  
5 冷冻介质排出汇集管      6 冷冻介质流量调节阀  
7 冷冻介质进入汇集管      8 节流膨胀装置      9 干燥过滤器  
10 冷凝器      11 冷却介质流量调节阀      12 冷却介质排出汇集管  
13 冷却介质进入汇集管    14 经济器      14A 换热管      15 膨胀阀  
18 压缩机微处理控制器    19 冷冻介质温度传感器  
20 冷冻介质机组侧供回压差传感器 21 冷冻介质负荷侧供回压差传感器  
22 冷却介质机组侧供回压差传感器 23 冷冻介质输送泵变频调节器  
24 冷却介质输送泵变频调节器    25 总控制器

## 实施例

本发明为由多个制冷模块单元（以下简称模块单元）组成的模块化组合制冷装置（以下简称组合制冷装置），如图 1、2 为一个制冷模块单元的工作原理图，每个模块单元具有一个包括制冷压缩机组 1、蒸发器 4、冷凝器 10 的制冷回路；每个模块单元都有供冷冻介质流体进入和排出汇集管道 7、5，各汇集管道分别和蒸发器 4 的介质流体进入和排出口相连，成为冷冻介质流体的循环通道；当多个模块单元组合时，这些汇集管道依次相连，成为组合制冷装置内冷冻介质流体的公共通道，而每个模块单元的蒸发器 4 则分别并联在这个公共通道上，

在冷冻介质进入汇集管道 7 与蒸发器 4 的接口之间，安装了可以比例积分调节的冷冻介质流量调节阀 6（例如 danfoss 公司制造的电动蝶阀）。当压缩机组 1 的输出制冷参数发生变化时，流量调节阀 6 同时调节阀门的开启度，以调节蒸发器冷冻介质流体的流量，使工作流量与压缩机输出制冷量的变化相适应；

每个模块单元均具有供冷却介质流体进入和排出汇集管道 13、12，各汇集管道分别和冷凝器 10 的冷却介质流体进入/排出口相连，成为冷却介质流体的公共通道；当多个制冷模块单元组合时，这些汇集管道依次相连，成为组合制冷装置内冷却介质流体的公共通道，而每个模块单元的冷凝器 10 则分别并联在这个公共通道上；在冷却介质汇集管道与冷凝器 10 的接口之间，安装了可以比例积分调节的冷却介质流量调节阀 11；流量调节阀 11 与模块单元内的压缩机 1B 一起工作，当压缩机 1B 的输出制冷量发生变化时，流量控制阀 11 同时调节阀门的开启度，调节冷凝器 10 的冷却介质流体的流量，使工作流量与压缩机输出制冷量的变化相适应。



所示的蒸发器 4 是一种满液蒸发式的板式热交换器，所述的满液蒸发式的板式热交换器是由一个内部的芯体 41 和外部的壳体 42 套嵌组成，所述的芯体 41 是由一定数量的具有一定几何形状的金属板片，按照一定的规则叠加组合后，焊接而成的；所述的外部壳体 42 是一种圆形或方形截面的桶形容器；在所述的蒸发器 4 中，分别有两种或两种以上的介质流道，各种介质流道是互相隔绝的。其中芯体 41 和壳体 42 之间的流道是制冷剂流道，经过节流膨胀的制冷剂进入换热器 4 后，将芯体 41 沉浸在液态的制冷剂中，芯体 41 内部流动的冷冻介质被冷却，而液体制冷剂则吸收冷冻介质的热量而蒸发成为气体。

每个模块单元中具有一个经济器 14，从冷凝器 10 出来的液体制冷剂分成两部分，其中的一部分经过干燥过滤器 9，又经过膨胀阀 15 的节流后，对另外一部分的制冷剂（经换热管 14A 的）进行过冷冷却并蒸发。而蒸发后的制冷剂，由于压力高于蒸发器制冷剂的出口压力，因此，进入压缩机 1B 的中间压力吸气口。这种经济器循环可以提高机组的制冷量和制冷效率。

一个液位控制式的节流膨胀装置 8（例如 Sporlan 公司制造的热电式膨胀阀）安装在冷凝器 10 和满液蒸发式板式热交换器 4 之间，用于控制蒸发器 4 内制冷剂液面的高度，当制冷负荷降低使蒸发器 4 内的制冷剂不能完全蒸发而使液面高度上升时，就减小节流膨胀装置 8 的开度，减少制冷剂的供应量。反之，则增加制冷剂的供应量。节流膨胀装置可以是浮球式膨胀阀、热电式膨胀阀，或是电子式膨胀阀等。

在压缩机吸气口 17 和满液蒸发式板式热交换器 4 之间安装有一个气液分

分离器 2, 用于将热交换器 4 中未完全蒸发而被制冷剂蒸汽携带出来的液滴分离出来, 其中气体制冷剂被压缩机组 1B (参照图 3) 吸入, 而液体制冷剂则回到蒸发器 4 中。

系统的工作过程如下: 压缩机 1 排出的高压气态制冷剂进入冷凝器 10, 在冷凝器 10 中冷凝成为液态制冷剂, 制冷剂经过干燥过滤器 9 的干燥过滤, 分成主流和支流两部分, 其中支流为流量较小部分的制冷剂, 经过膨胀阀 15 (例如 Danfoss 公司制造的热力膨胀阀) 的节流, 进入经济器 14, 支流的制冷剂对主流路即换热管 14A 中的制冷剂进行冷却, 使经换热管 14A 中制冷剂的过冷度进一步降低, 增大单位流量的制冷量。而从经济器 14 出来的支流制冷剂则回到压缩机 1 的中间压力吸入口, 被压缩机 1 压缩。主流路的制冷剂再经过膨胀阀 8 的节流, 进入了满液蒸发式板式热交换器 4, 在这里吸收冷冻水的热量蒸发成为气体, 通过气液分离器 2 后, 再回到压缩机的吸入口 17, 被压缩机压缩, 完成一个循环过程。当多个制冷模块单元组合时, 冷冻介质和冷却介质的进入/排出汇集管通过连接装置分别依次相连, 形成前后连贯的通道, 这些通道分别成为每个模块单元内冷冻/冷却介质流入或流出的公共通道。风冷冷却式的制冷模块单元具有同样的原理, 只是冷凝器 10 采用了翅片盘管式冷凝器 (未示出), 并且不需要汇集管 12 和 13。

如图 3, 所采用的制冷压缩机组 1 (例如 TURBOCOR 公司制造的 TT300 制冷压缩机) 包括调频电动机 1A 和带有磁悬浮轴承的压缩机 1B; 可以通过改变输入电源的工作频率或其他工作参数, 调整运行转速, 从而调节输出制冷容量的压缩机 1B, 并且压缩机 1B 是一种而不需要润滑油进行润滑的无油式的制冷压缩机。

在压缩机 1B 的排气口安装了排气压力传感器 27 (例如 Danfoss 公

司制造的压力传感器), 用以传递压力信息, 以控制冷却介质流量调节阀 11 的开度。当压缩机 1B 的输出负荷降低, 和/或冷却介质温度降低导致压缩机的排气压力降低时, 控制器 18 则减少冷却介质流量调节阀 11 的开度, 减少冷却介质的供应量; 当压缩机 1B 的输出负荷增加, 和/或冷却介质温度升高, 导致压缩机排气压力升高时, 控制器 18 则加大冷却介质流量调节阀 11 的开度, 增加冷却介质的供应量, 以此维持稳定的排气压力。

在压缩机 1B 的前后径向磁轴承处分别安装了磁轴承传感器 28 (例如 TURBOCOR 公司提供的 TT300 磁轴承传感器)。微处理控制器 18 (例如 TURBOCOR 公司制造的 TT300 压缩机控制器) 根据磁轴承传感器 28 采集的轴承磁场强度参数, 当磁场强度降低时, 指令给电动机和磁轴承控制器, 增加磁轴承工作电源的电压; 当磁场强度过高时, 则降低磁轴承工作电源的电压, 使磁轴承维持正常的工作状态。

在压缩机的吸入口 17 安装了吸气压力传感器 26 (例如 Danfoss 公司制造的压力传感器) 用以传递压力信息, 以控制冷冻介质流量调节阀 6 的开度; 压缩机组 1 本身集成了一个微处理控制器 18, 当负荷减少, 冷冻介质流量调节阀 6 的开度减少, 流量降低, 使压缩机 1B 的吸气压力降低时, 传感器 26 将压力降低信息传给控制器 18, 由控制器 18 指令给电动机和磁轴承控制器, 降低电动机 1A 输入电源的频率, 以降低电动机的工作转速, 减少压缩机的制冷量; 如果负荷增加时, 则按照以上相反的过程。

如图 4、5, 采用冷冻水温度传感器 19 (例如 Johnson 公司制造的温度传感器) 来采集传递机组冷冻水温度参数, 以控制模块单元中冷冻介质

流量调节阀 6 的开度。在组合制冷装置中，具有组合制冷装置的总控制器 25（例如 Multistack 公司制造的 MV6 控制器），控制每个模块单元的运行，通过冷冻水温度传感器 19 采集的机组冷冻水温度参数，计算出制冷系统需要的负荷，当系统负荷增加导致冷冻水温度升高时，则增加最后启动的模块单元中冷冻介质流量调节阀 6 的开度，或打开下一个模块单元的冷冻介质流量调节阀，并发出指令给压缩机微处理控制器 18，启动相应的压缩机运行。如果系统需求负荷减少引致冷冻介质温度降低时，则按照以上相反的过程进行。

还具有冷冻介质系统机组侧的供回压差传感器 20 和负荷侧的供回压差传感器 21（例如 HUBA 公司制造的压差传感器），采集传递供回压差参数，以计算控制输送泵的工作频率。组合制冷装置总控制器 25 分别采集冷冻介质系统的机组侧的供回压差传感器 20（例如 HUBA 公司制造的压差传感器）和负荷侧的供回压差传感器 21（例如 HUBA 公司制造的压差传感器）的参数来计算控制输送泵的工作频率。当系统负荷的增加导致以上两个压差值降低时，则增加一个或多个冷冻介质输送泵变频器 23（例如 Danfoss 公司制造的变频器）的工作频率，使冷冻介质的循环流量增加，与系统的需求负荷相一致；如果系统负荷减少导致以上两个压差值增加时，则降低一个或多个冷冻介质输送泵变频器 23 的工作频率使冷冻介质的循环流量减少，与系统的需求负荷相一致。

具有冷却介质系统机组侧的供回压差传感器 22（型号 HUBA 公司制造的压差传感器）来计算控制输送泵的工作频率。机组总控制器 25 采集冷却介质系统机组侧的供回压差传感器 22 的参数来计算控制输送泵的工作频率。当系统负荷的增加导致压差值降低时，则增加一个或多个冷却介质输送泵变频器 24（例如 danfoss 公司制造的变频器）的工作频率，

使冷却介质的循环流量增加，与系统的需求负荷相一致；如果系统负荷减少导致压差值增加时，则降低一个或多个冷却介质输送泵变频器 24 的工作频率使冷却介质的循环流量减少，与系统的需求负荷相一致。

自动地、均衡、节约能源的运行方式可为：由安装在其中一个制冷模块单元电气控制箱 3 内的微处理主控制器 25，监控每个压缩机上的微处理控制器 18，并通过组合制冷装置的冷冻介质温度传感器 19 同时检测冷冻介质的工作温度，当系统所需要的负荷减少导致流出机组冷冻介质的温度降低时，主控制器 25 首先减少所有正在运行的压缩机中，累计运行时间最多的那台压缩机所在模块单元冷冻介质流量调节阀 6 的开启度，冷冻介质流量的减少，导致了压缩机吸气压力的降低，从而使控制器 18 降低压缩机组 1 的工作频率，使压缩机组的工作输出减少。在压缩机组输出负荷减少的同时，压缩机组的排气压力会降低，因此同时也发生了冷却介质流量调节阀 11 开启度的减小，减少了冷却介质的供应量。随着系统需求负荷的减少，这台压缩机组 1 的工作输出会持续减少，直至最终完全关闭，此时，下一个压缩机的运行按照同样的过程开始改变；如果系统所需要的负荷增加导致流出机组冷冻介质的温度升高时，则按照以上相反的过程，启动所有处于停止状态中累计运行时间最少的压缩机，并打开该压缩机所在模块单元的冷冻介质流量控制阀，并使其开启度不断增加，而由于冷冻介质流量直至增加，使压缩机吸气压力上升，从而使控制器 18 增加压缩机的工作频率，提高压缩机的输出直到最大运行状态。压缩机输出增加的同时，压缩机排气压力上升，因此同时也发生了冷却介质流量调节阀 11 开启度增加，冷却介质供应量的增加。随着系统需求负荷的增加，这台压缩机的工作输出会持续增加，直到运行到最大状态，开始下一个压缩机组的启动。使其运行均衡，节约能源。

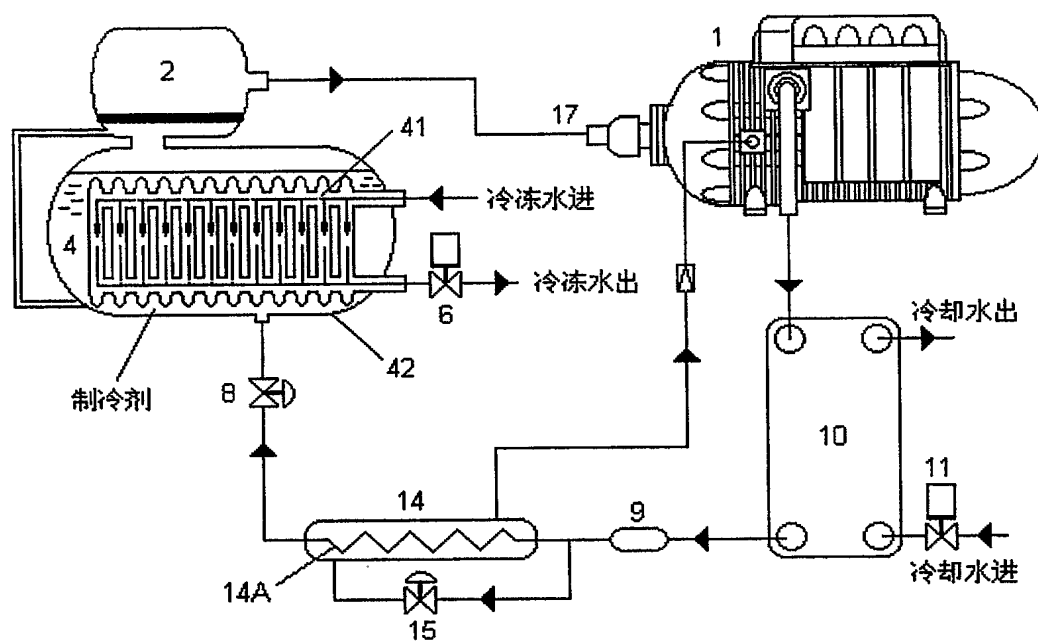


图 1



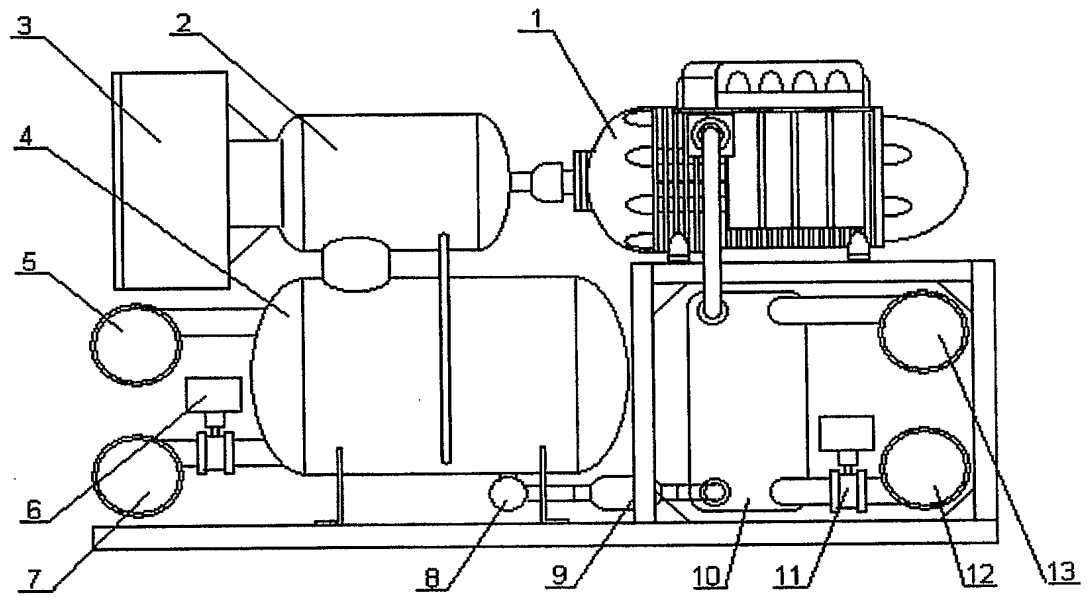


图 2



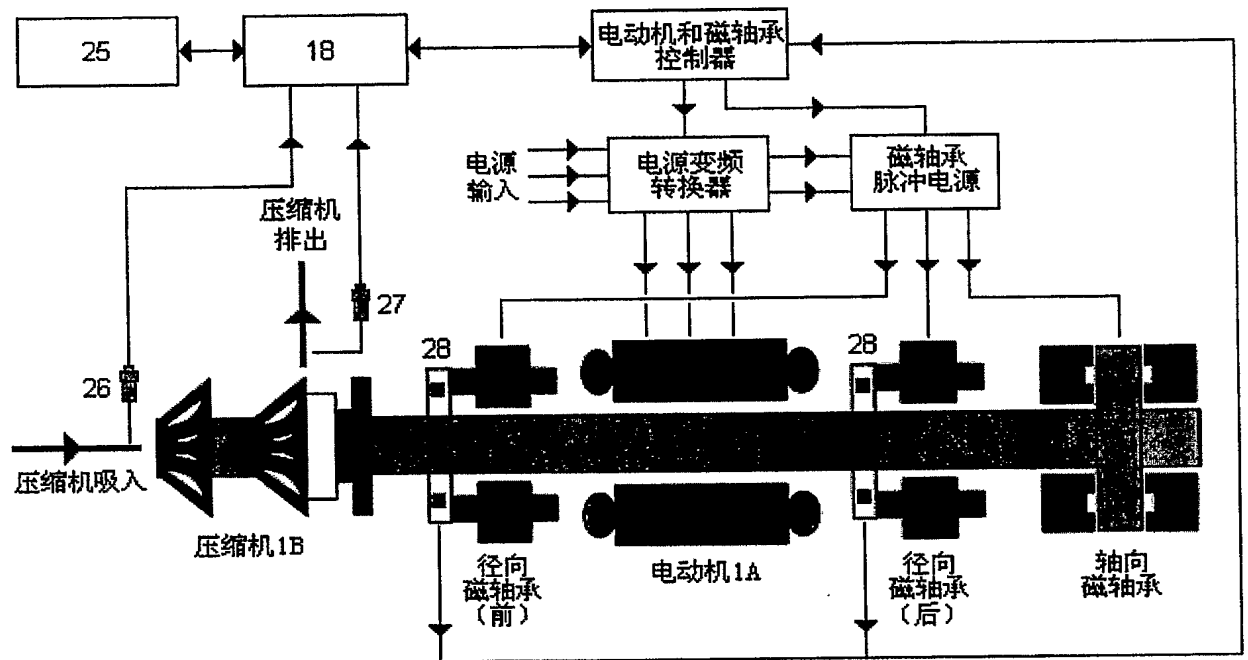


图 3





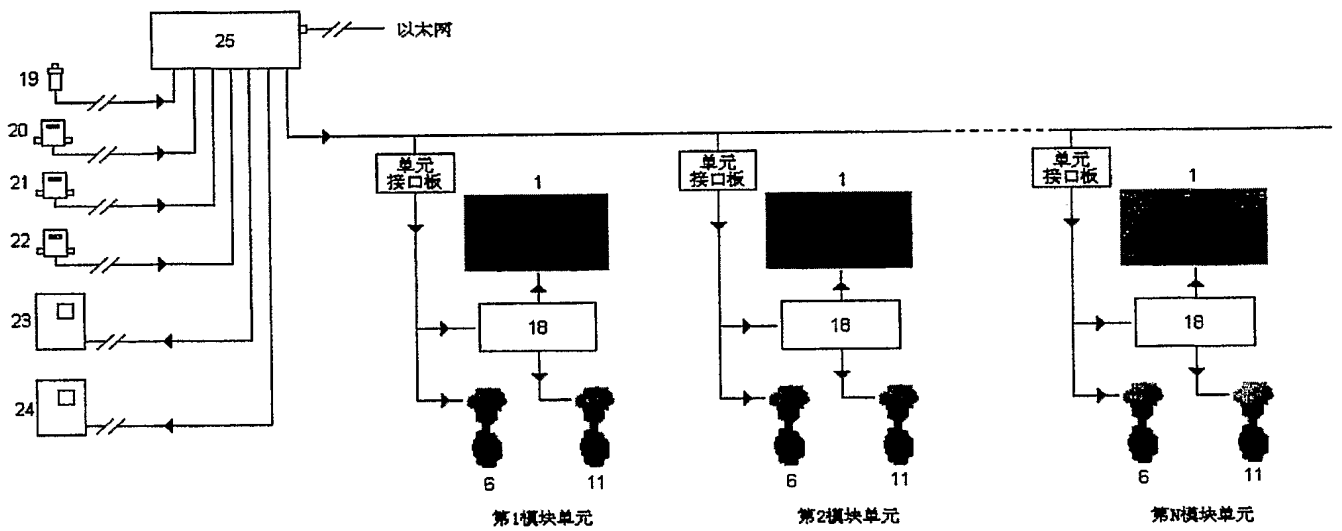


图 4

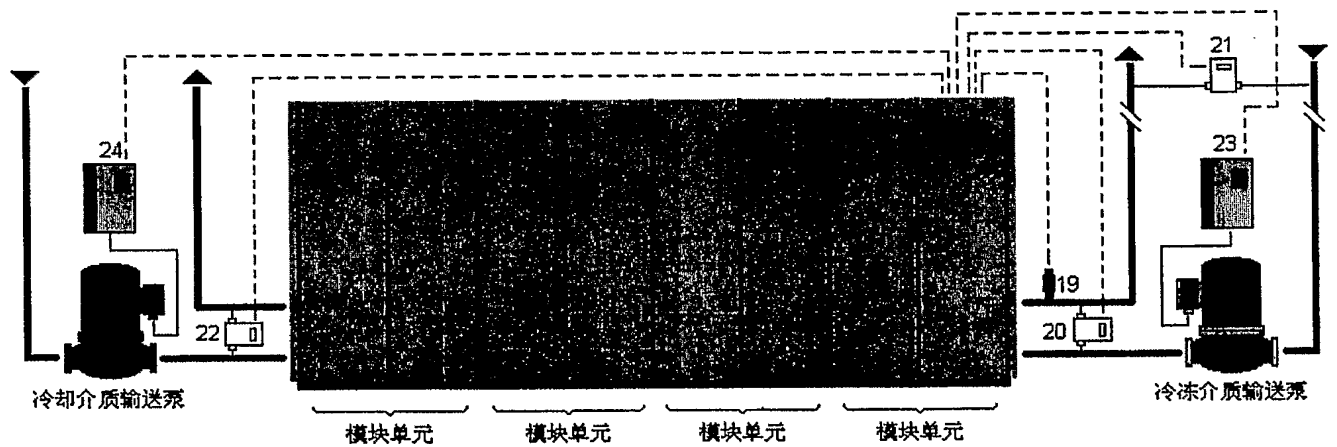


图 5

